

## HPCI の運営 中間評価に係る評価項目及び視点等について

### 1. 背景等

- 運用開始（平成24年9月末）からの事業について中間評価を行う。
- 具体的には、前回の中間評価時（平成27年度）における評価項目を中心に改めて対応状況等について確認・評価を行う。また、令和3年度に予定されている「富岳」の運用開始や HPCI を構成する情報基盤センター等での今後見込まれるシステムの導入等を踏まえた HPCI のあり方について検討を行う。

### 2. 事業概要等

#### (1) 概要

9 大学情報基盤センター等のシステム及び共用ストレージの計算資源に全国の利用者が一つのユーザアカウントによりアクセス可能とした HPCI システムを、安定的かつ利便性高く運用するとともに、利用を促進し、また産業利用促進等のための利用者支援を実施。

#### (2) 機能及び実施機関

##### a) HPCI 運営企画・調整（高度情報科学技術研究機構）

- ・ より効率的・効果的な HPCI の運営の実現、及び今後の運営の在り方に関する調査検討
- ・ 技術面での統括的業務、HPCI システムの構成機関等との調整業務、HPCI システムの構成機関による連携協力体制の構築

##### b) HPCI システム運用

- ・ 認証局の設置、運用及び保守  
（国立情報学研究所）
- ・ HPCI 共用ストレージの運用及び保守  
（東京大学、理化学研究所、筑波大学）

##### c) HPCI の利用促進

- ・ 計算資源提供機関との調整、利用負担金支払業務、課題選定及び共通窓口の運用、ユーザ管理システムの運用・保守  
（高度情報科学技術研究機構）
- ・ 利用支援及び産業利用促進、アクセスポイントの設置・運用  
（高度情報科学技術研究機構、計算科学振興財団）

※ 9 大学情報基盤センター等のシステム及び高速ネットワークの保守・運用は、各所有機関が実施。事業実施機関以外の資源提供機関等は以下のとおり。

- ・ 9 大学情報基盤センター等のシステム  
北海道大学 情報基盤センター  
東北大学 サイバーサイエンスセンター  
筑波大学 計算科学研究センター  
最先端共同 HPC 基盤施設 (JCAHPC)  
東京大学 情報基盤センター  
東京工業大学 学術国際情報センター  
名古屋大学 情報基盤センター  
京都大学 学術情報メディアセンター  
大阪大学 サイバーメディアセンター  
九州大学 情報基盤研究開発センター  
海洋研究開発機構 地球情報基盤センター  
統計数理研究所 統計科学技術センター  
産業技術総合研究所
- ・ 高速ネットワーク (SINET)  
国立情報学研究所

### 3. 評価項目及び視点等

評価に際しては前回の中間評価等を踏まえ、以下の項目を中心に評価を行う。

#### (1) 進捗状況及び成果等について

- ① 安定的かつ利便性の高い運営
- ② 産業界を含めた利用者の拡大
- ③ 利用分野の拡大
- ④ シミュレーションの大規模化
- ⑤ 成果創出

#### (2) 体制について

ユーザ視点からの推進を目的とした一般社団法人 HPCI コンソーシアム及び HPCI 計画推進委員会等との連携

#### (3) 成果の利活用について

HPCI から生まれる成果の効果的な広報。

#### (4) その他

## 中間評価票 (案)

(令和2年10月現在)

<p>1. 課題名 HPCI の運営</p>
<p>2. 研究開発計画との関係</p> <p>施策目標：未来社会を見据えた先端基盤技術の強化 大目標（概要）：ICT を最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合させた取組により、人々に豊かさをもたらす「超スマート社会」を未来社会の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を更に深化させつつ「Society 5.0」として強力に推進し、世界に先駆けて超スマート社会を実現していく。このため、国は、超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要な基盤技術及び個別システムにおいて新たな価値創出のコアとなり現実世界で機能する基盤技術について強化を図る。</p> <p>中目標（概要）：我が国が世界に先駆けて超スマート社会を形成し、ビッグデータ等から付加価値を生み出していくために、産学官で協働して基礎研究から社会実装に向けた開発を行うと同時に、技術進展がもたらす社会への影響や人間及び社会の在り方に対する洞察を深めながら、中長期的視野から超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要な基盤技術の強化を図る。</p> <p>重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）： 「次世代アーキテクチャと革新的なハードウェアの研究開発」 様々なモノがインターネットにつながる IoT 社会を迎えて、多様なニーズに応える革新的な計算環境を構築し、その利用を推進することで、我が国の科学技術の発展、産業競争力の強化、安全・安心な社会の構築に貢献する。</p>
<p>3. 評価結果</p> <p>(1) 課題の進捗状況</p> <p>&lt;概要&gt;</p> <p>HPCI (High Performance Computing Infrastructure:革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ) の運営は、スーパーコンピュータ「京」(※令和元年8月運用終了) およびその後継フラッグシップ計算機であるスーパーコンピュータ「富岳」(※令和3年度本格運用開始予定) を中核とする国立大学・国立研究開発法人のスーパーコンピュータやストレージを高速ネットワーク (SINET) で繋ぎ、ユーザ窓口を一元化した、多様な利用者のニーズに応える利便性の高い研究基盤として、HPCI システムの運用を行うものである。関係機関が連携し効率的・効果的・安定的に運営されており、以下の通り、中間評</p>

価の視点に示す成果目標に対して、全体として着実に進捗していると評価できる。

## I. 進捗状況及び成果等について

### ① 安定的かつ利便性の高い運営

国立大学・国立研究開発法人等の計算資源提供機関との連携により、システム障害に対する影響を極力最小限に抑えるとともに、一般財団法人高度情報科学技術研究機構(RIST)内に設置された各種委員会やHPCIシステム構成機関等が参加するHPCI連携サービス委員会での議論のもと、事業の進捗・方針を確認・管理している。また、認証基盤システムにおいて、不正アクセスは発生しておらず、ネットワーク・サーバ障害については、迅速な原因究明・復旧作業を実施している。共用ストレージについても、我が国の東西二拠点設置によるデータの安全性確保は、システム調整等によるデータへのアクセス不可等の研究の進捗を阻害する要因を排除するものであり、平成30年10月以降読み出し書き込みサービスを一度も途絶えることなく連続稼働する(令和2年4月30日現在)など安定的な運営を実現している。計算資源についても、“Oakforest-PACS”(最先端共同HPC基盤施設(JCAHPC))および“ABCI”(産業総合技術研究所)が追加されるなど、HPCIシステムの計算資源の多様性についても適宜対応されており、利用者の研究開発のニーズにあわせて本事業への提供計算資源の総量も「京」を除いた理論演算性能換算で令和2年度には平成26年度の約15倍になるなど拡大を続けている。令和2年初頭から新型コロナウイルス感染症が拡大する事態を受けて、対面対応が必要な利用手続きの遠隔ベース化の運用を試行的に開始するなど、利用者環境の変化にも柔軟に対応している。

また、我が国のフラッグシップ計算機である「京」から「富岳」への移行の端境期では、HPCIシステムの計算資源のあり方に係る調査・検討を実施するとともに、令和元年度および令和2年度については、各提供機関の協力のもと、計算資源を例年以上に確保し、令和元年度には「京」を含む前年度の提供計算資源量相当の計算資源量をHPCI全体で提供可能とするなど、上記端境期の計算資源の不足という懸念を軽減させることに貢献した。一方で、フラッグシップ機が不在となったことで、超大規模並列計算への需要への対応には課題が残った。

HPCIの中長期的な展望については、計算科学技術関連コミュニティの意見集約の場である一般社団法人HPCIコンソーシアムの「今後のHPCIシステムの構築とその利用に関する基本的考え方」(令和2年6月)にてフラッグシップ計算機の独自開発・整備の必要性とフラッグシップ計算機の端境期が生じないように開発を行う必要性、多様なユーザーニーズに応えることができる最新鋭の計算機環境としての第二階層計算資源の整備の必要性、計算資源を提供している大学情報基盤センター等がより積極的にHPCIの運営に参画できる仕組みの構築、新規利用者・利用分野のさらなる拡大、商用アプリケーションの整備が進むような連携体制の構築などが提言されている。また文部科学省HPCI計画推進委員会「将来のHPCIの在り方に関する検討ワーキンググループ報告書」(令和元年6月)において、より多様性を意識したHPCIの全体構成の長期的、俯瞰的視点からの検討や国際連携の推進などが提言されており、これらを踏まえてHPCIシステムの発展については、今後引き続き検討する必要がある。

## ② 産業界を含めた利用者の拡大

利用者の拡大については、HPCI システムとして、用途（一般利用、産業利用等）での計算資源の枠を設けているが、「京」でも設定されていた若手人材を重視した枠を HPCI システム全体に設ける（令和元年度～）など、人材育成の観点でも、配慮した取組を実施している。また、課題あたりの計算資源の上限の設置や、申請の際の計算資源の希望を第3希望まで照会するなど、幅広い利用者に HPCI システムを公平に提供するように配慮している。結果として毎年度、新規参加者が HPCI システムに申請・利用しており、参加者（定期募集および随時募集参加者）は毎年1,000人を超え、我が国の計算基盤として一定の機能を有している。さらに、RISTによる高度化支援により、プログラムの移植や調整・高速化が実施され、アプリケーション等の性能改善が図られるとともに、得られた知見をホームページ上に情報共有するなど、広く世の中に還元を実施している。

産業界に対しても企業訪問をはじめとして、講習会・ワークショップを関係機関との幅広い連携のもと実施されており、毎年度、産業界からの新規利用が行われている。但し、産業界における利用は平成30年度には1課題あたり平均で平成24年度の3倍強の計算資源を提供するなど計算の大規模化が進む一方で、新規利用企業数の割合は近年鈍化しており、引き続き産業界の利用の裾野拡大へのサポートが必要である。

## ③、④ 利用分野の拡大・シミュレーションの大規模化

各分野のアプリケーションについては、講習会等の参加者からの要望や利用頻度等を鑑み、平成29年度より左記を踏まえたアプリケーションのプリインストールや実行環境の構築等を実施するとともに、ハンズオン講習会を企画し、利用分野の拡大、及び利用の促進を実施した。また、近年はAIや並列処理に特化したGPGPU（※リアルタイム画像処理向けに特化した演算装置であるGPUを画像処理以外の並列計算の目的に応用する技術のことを指す）型の計算機が増加しており、チューニング技法を習得するコースを新設し、AI・データ科学へ対応した体制も一定程度構築している。利用者向けのポータルサイト上でも利用可能なアプリケーションに係る情報は適宜提供するとともに、利用者側からも特定のアプリケーションが HPCI システム上のどの計算資源で対応可能かわかるようにするなど、様々な分野の利用者が HPCI システムを利用しやすくなるような取組を実施している。このような取組により、HPCI 全体の利用者数は平成24年度からの総計で約7,000人に達した。

利用支援による大規模並列化チューニングにより、利用者の大規模並列計算への支援を引き続き実施している。平成29年度以降令和2年5月までに80件のアプリケーションの高度化支援を実施し、プログラムの性能の改善を目的とする支援において、平均約3.6倍の性能改善を達成しており、計算資源の効率的な利用に貢献した。また、とりわけ産業利用については、採択件数が減少している背景として、上述のとおり1課題あたりの計算規模が大規模になった影響があり、利用者が大規模計算に取り組んでいると考えられる。

## ⑤ 成果創出

HPCI システムを活用した研究成果に基づき執筆された査読付き論文数は着実に増加しており、「京」を除いた場合でも同程度である。HPCI 全体として、優れた成果の創出に活用されている状況と言える。具体的には、記載時点での「京」を除く HPCI システムでの査

読付き論文数は646件であり、「京」も含めた査読付き論文のうち、被引用数トップ10のなかに「京」以外の計算資源を活用した論文が2編ランクインするなど、HPCIシステム全体としても成果が出ている。また、高被引用度論文の割合（トップ10%、トップ1%）はHPCI全体でそれぞれ13.7%、1.5%で国内の科学分野全体（8.4%、1.0%）を上回っており、質の高い研究成果が創出されている。

## II. 体制について

平成29年度より、「京」の登録施設利用促進機関である、RISTを代表機関として、計算資源提供機関である国立大学及び国立研究開発法人等をはじめとして各分担機関との連携のもと、効率的・効果的な運営を行ってきた。また、計算科学技術コミュニティの意見集約の場である、HPCIコンソーシアムとの連携のもと、今後の取組について協議を行い、事業を実施してきた。特に、「富岳」の開発や「京」から「富岳」への移行の端境期における計算資源の提供のあり方、「富岳」の利活用促進の基本方針の策定にあたって、HPCIコンソーシアムとの連携は重要な役割を果たしている。令和2年度からは、分担機関に筑波大学を追加し、共用ストレージ管理ファイルの技術開発を含めた業務を理化学研究所から筑波大学に移管して実施した。

## III. 成果の利活用について

基本的な方針として、計算資源利用後の一定期間内に成果概要を報告するようにマネジメントすることで、利用から成果公開までの流れを円滑にしてきた。（成果非公開、知財権等に係る課題はその限りではない）

また、利用報告書のポータルサイトでの公開や、データベースへの登録・更新による成果公開、各種シンポジウムの開催を通じ、HPCIシステムで得られた成果を効果的に広報する手段を引き続き実施してきた。とりわけ、利用報告書の公開をはじめとした各種機能は、海外ではあまり見られず、各課題の受賞実績もポータルサイトに公開するなど、先進的な取組を実施しているところ。特許化促進の仕組みとして、利用報告書の公開を2年間延期できる制度も整備されている。

## IV. その他

新型コロナウイルス感染症の拡大を踏まえ、本事業では、令和2年4月より新型コロナウイルス感染症対策に資する課題に対する臨時公募を実施した。本取組は、計算資源を保有する各計算資源提供機関の協力のもとに実現できた取組であり、事業実施の柔軟性の高さを示している。

また、I.でも記載したがHPCIの中長期的な展望については、HPCIコンソーシアム「今後のHPCIシステムの構築とその利用に関する基本的考え方」、文部科学省HPCI計画推進委員会「将来のHPCIの在り方に関する検討ワーキンググループ報告書」（令和元年6月）の提言を踏まえ、令和3年度に共用開始が予定されている「富岳」も含めたHPCIシステム全体の発展について、引き続き検討する必要がある。

---

## （2）各観点の再評価

## <必要性>

### 評価項目

安定的かつ利便性の高い運営、産業界を含めた利用者の拡大

### 評価基準

- ・ システム障害等が極力少なく安定的、かつ利用者目線で利便性の高い情報基盤となっているか。
- ・ 恒常的に利用されるとともに、利用者の数・分野の拡大がなされているか。

シミュレーションは理論、実験に並ぶ「第3の科学」とされ、科学技術の発展に貢献してきた。我が国では、フラッグシップ計算機として「京」および「富岳」（令和3年度共用開始予定）が開発されてきたが、フラッグシップ計算機との相互補完や計算資源の多様性の観点から、全国の大学の情報基盤センター等の計算機を高速ネットワークで接続し、全国の計算資源を効率的に利用できる HPCI が平成 24 年度より開始された。本システムは我が国唯一のシステムであり、システム障害もほぼ発生しない極めて安定的なシステムとして評価できる。また、利用者数も増加傾向である為、科学技術の発展、産業競争力強化をはじめとした様々な分野での進展に引き続き欠かせない事業であり、年々拡大する利用者からの計算資源へのニーズに対して、適切に提供計算資源を拡充させている。とりわけ、「京」から「富岳」への移行の端境期については、代表機関が計算資源提供機関との緊密な連携のもと、例年以上の計算資源を各機関から供出し、計算資源の不足という懸念を軽減させた取組は高く評価できるとともに本事業の必要性を示している。さらに、若手人材に注目した枠の設置、講習会・ワークショップ等を通じた利用支援など、人材育成へも重視した取組を実施するなど、我が国の計算科学分野に従事する人材育成の面でも本事業の必要性が示されている。

我が国の計算科学技術のさらなる推進に貢献できるよう、引き続き多様化する利用者  
に寄り添い、利用者視点に立って本事業を推進していく必要がある。

## <有効性>

### 評価項目

成果創出、事業内各機関（代表機関、分担機関、計算資源提供機関）および利用者目線からの推進を目的とした各種機関（HPCI コンソーシアム等）との連携

### 評価基準

- ・ 本事業を通じて、継続的に論文をはじめとした成果が創出されているか
- ・ 計算科学技術に係るコミュニティ等との緊密な連携のもとに、事業運営されているのか

本事業を通じた論文が絶えず投稿されており、フラッグシップ計算機である「京」のみならず、他の計算資源でも被引用論文数の高い論文が執筆されるなど、本事業全体として成果が創出されているといえる。

また、RIST をはじめとした本事業の分担機関及び計算資源提供機関との各種委員会・協議会をはじめとした緊密な連携により事業を実施している。特に、フラッグシップ計算機の登録施設利用促進機関である RIST が本事業の代表機関として事業を実施する点は、事業の効果的な進捗にあたり重要であり、一体的な運営による効果的な施策が実施されている。加えて、フラッグシップ計算機と他の HPCI システムの計算資源を効果的に運用する為に、利用者に対し、複数の希望計算資源を聴取し、調整するなど事業の効果的な進捗に対する取組がされている。各種計算資源については、基本的に設置機関の運用ポリシーに沿って利用されるが、本事業下で一元的に情報提供することで、利用者の多様なニーズに対し有効に活用されている。設置機関の中にはビッグデータの処理に適した計算機が新たに導入されるなど、“Society5.0”の実現をサポートするための体制も強化されている。さらに、「京」から「富岳」への移行の端境期における計算資源の補填は HPCI システムの計算資源を用いた研究の継続に有効に機能した。産業利用についても、計算資源利用経験が乏しい企業に対し、利用前相談や利用支援を実施することで、本事業を活用した参画企業数が事業開始当初と比べ3倍以上となっており、産業利用の促進についても有効的に機能しているなど、本事業の有効性が確認できる。

#### <効率性>

##### 評価項目

利用分野の拡大、シミュレーションの大規模化、HPCI から生まれる成果の効果的な広報

##### 評価基準

- ・ 従来から利用されている分野にとどまらず、様々な分野での計算資源の有効活用に貢献しているのか、また大規模計算資源が利用できるような取組を実施しているのか。
- ・ 創出された成果が効率的に周知されるような取組を実施しているのか。

本事業内でのアプリケーションの高度化支援を通じ、アプリの高速化・大規模化の結果、利用者拡大や計算資源の効率的活用、及び成果創出の促進に貢献するなど、効率的な事業実施を行った。計算資源へのアプリケーションのプレインストールについても、利用者のニーズ等を踏まえたアプリケーションを対象とするなど、効果的かつ効率的な取組を実施した。利用者等への講習会についても、各分担機関、計算資源提供機関との連携にだけでなく、アプリケーション側の研究機関及びスーパーコンピューティング技術産業応用協議会と連携するなど、人材支援・育成を効率的に実施している。成果報告についても、基本的には公開とし（成果非公開利用等除く）、データベース化するなど、利用者目線での利便性の向上を継続している。また、諸外国の HPCI システムの動向を調査することで、計算資源配分、有償利用の実態、利用者のコスト負担に対する考え方、産業利用推進に対する考え方などを参考としてより効率的な運営の検討を実施しているなど、全体として複数の関係機関が連携し、非常に効率的に事業を実施している。

#### (3) 科学技術基本計画等への貢献状況



第5期科学技術基本計画で提唱された“Society5.0”の実現に向けて、多様な分野のビッグデータを処理・分析可能とする計算資源は我が国の情報基盤として必要不可欠であり、引き続き科学技術基本計画の実行に欠かせない事業である。

#### (4) 今後の研究開発の方向性

本課題は「継続」、「中止」、「方向転換」する。

理由：本事業の現状、進捗状況、必要性、有効性、効率性についてはいずれも評価できるものであり、引き続き我が国の科学技術の発展を支える情報基盤として、継続すべき事業と評価できる。本事業は、HPCIの利用による成果創出が最終的な目的であることから、計算科学技術を担う人材の育成に資する活動の継続、産業界における利用者の一層の拡大に向けた新たな方策の検討・実施など、更なるHPCIの充実が図られることを期待する。なお、引き続き、代表機関は関係機関（分担機関、計算資源提供機関等）と緊密に連携するとともに、今後の方針について認識を共有し、今後の更なる効率化等にも取り組むべきである。

#### (5) その他

HPCIの中長期的な展望について、前述したHPCIコンソーシアム「今後のHPCIシステムの構築とその利用に関する基本的な考え方について」や文部科学省HPCI計画推進委員会「将来のHPCIの在り方に関する検討ワーキンググループ報告書」（令和元年6月）の提言がなされていることを踏まえ、HPCIシステムの長期的な発展については、今後引き続き検討する必要がある。